

内容22-39

早稲田大学大学院理工学研究科

博士論文審査報告書

論 文 題 目

地域冷暖房施設の
ネットワーク化に関する研究

RESEARCH ON NETWORK OF DISTRICT
HEATING AND COOLING SYSTEM

申 請 者

韋
XinDong

新東
Wei

建設工学

都市環境工学

2003 年 03 月

日本や中国の経済発展と都市生活の豊かさは資源・エネルギー消費に伴う大気汚染物質の排出量を増大させ、居住者の生活環境のみならず、地球温暖化現象に見られる地球環境にも影響を与えつつある。将来世代に資源や良好な環境を残すために、循環型社会づくりを進めることが都市として取り組むべき重要な課題となっている。このような課題に対し、地域冷暖房施設のネットワーク化は、環境負荷の軽減、省エネルギーの推進、都市防災、都市景観の向上等を図りつつ、快適な質の高い都市づくりを支える重要な都市基盤設備として、大きな役割が期待されている。

本論文では、このような背景を踏まえ、事業性、省エネルギー性、環境保全性、安全性の諸面から地域冷暖房の評価・改善手法、及び地域冷暖房施設のネットワーク化を提案している。日本と中国において今後、地域冷暖房施設のネットワークの導入がどの程度見込まれるか、未利用エネルギーを活用した場合の環境面、エネルギー有効利用面、経済面などの波及効果を定量的に推定し、地域冷暖房施設のネットワーク化のあり方に関する研究を行っている。

第1章は「従来研究と本研究の位置付け」として、欧米先進諸国、日本と中国における地域冷暖房の歴史と現状の比較から、地域冷暖房導入の可能性地区選定に関する研究、コージェネレーションを用いた地域冷暖房に関する研究、環境保全型地域熱供給システムの総合評価手法に関する研究、都市未利用エネルギーの活用可能性評価手法に関する研究、都市エネルギー回収システムとしての熱供給ネットワークに関する研究など、従来の研究成果を分析している。その結果、日本と中国においては、これまで広域的なネットワークを主体とする地域熱供給事業は発展していないことがわかった。その理由に関して、事業性や省エネルギー性・環境保全性やアメニティー面から分析している。日本では余剰能力、供給信頼性、熱媒流量、圧力、熱損失の面から既存熱供給プラントのネットワーク化によるバックアップ効果が見込まれるところから、配管連結方法を分析し、コージェネレーションの導入について研究することの重要性を指摘している。又、中国については未利用エネルギーの有効利用研究が必要であることを指摘したことは、大きな成果である。

第2章は「中国における地域冷暖房の実態調査研究」として、中国における地域冷暖房の現状と47主要都市の下水道廃熱の有効利用の可能性を研究している。結果として、中国では、エネルギーの需要量が大きく、廃熱の賦存量が大きいにも拘らず、地域冷暖房の普及率は低いため、都市環境が悪化していることを指摘している。従って、地域冷暖房施設のネットワーク化の普及や廃熱の有効利用策は、極めて効果的な実態調査の研究成果であることを示している。

第3章は「日本における地域冷暖房の実態調査研究」として、多基準分析法

と多変量解析による総合評価を行っている。日本の各地域冷暖房事業の順位付けを行い、個々の事業分析では指摘出来なかった下位の地域冷暖房事業に包含される負の影響因子を抽出することに成功している。本章で考察した評価順位は、現在の地域冷暖房の問題点を適確に指摘しており、将来の地域冷暖房とそのネットワーク化に当たって、極めて合理的な熱供給システムを計画し、配置することを可能にした研究と評価される。

第4章は「地域冷暖房施設のネットワーク化に関する理論研究」として、地域冷暖房施設のネットワーク化に関する理論研究を行っている。余剰能力を有効に活用できる供給範囲を予測するために、省エネルギー面と環境保全面からの分析手法を提案している。更に、熱源ネットワーク化を行った場合のバックアップの効果とその評価手法、その場合の圧力の計算手法、新規熱供給地区における熱供給システムの最適化の検討手法も併せて研究している。この成果によって熱源ネットワーク化をすることの効果とその評価及び新規熱供給地区における熱供給システムの最適化を実用的かつ簡易に行うことを可能にしている。この理論研究は実際の都市の熱供給システムに広く応用されるものと期待される。

第5章は「地域冷暖房施設のネットワーク化に関する実例分析」として、地域特性、省エネルギー性、余剰能力、環境保全性、事業性等の面から、東京23区における既存地域冷暖房を実態調査し、新宿地区と東京駅周辺地区における既存熱供給事業のネットワーク化の研究を行っている。東京23区における地域冷暖房の余剰能力を活用すれば、1次エネルギー並びにCO₂が大きく削減できることを示している。既存地域冷暖房のネットワーク化における配管内圧力とそのバックアップ効果から、既設配管を最大限に利用しつつ、一部の末端配管口径を大きくすれば、連結の可能性があることを明らかにしている。新規熱供給地区における熱供給システムの最適化を検討するために、ボイラー、コージェネレーション及び熱源ネットワーク化の組み合わせによる5つのケースを設定している。各ケースにおける省エネルギー性、CO₂・SO_x・NO_xの排出量、経済性及びネットワークの技術的可能性について研究している。その結果、地域冷暖房の余剰能力を有効利用するシステムが最も有効で、次には、新規に設置するコージェネレーションシステムで、3番目はネットワーク化の上、コージェネレーションを新規設置するシステムであるとしている。本研究は、地域冷暖房施設のネットワーク化の導入効果を定量的に算定する手法を示したものであるとして評価する。

第6章は「中国長春市における地域暖房の導入可能性に関する研究」として、長春市における既存地域冷暖房の規模と概要、熱源状況と地域配管などに関す

る調査を行い、2010年から2020年における地域冷暖房のあり方を示している。設計と設備の選択、エネルギーの有効利用問題、保温や溶接等の配管問題、熱効率と熱供給能力などの現状における問題点を指摘している。長春市の地域暖房はコージェネレーションシステムを中心に、ボイラーで補助する方式が最適としている。第一段階では、既存地域暖房の余剰能力を有効利用して、その熱供給面積を増やす。第二段階では、既存地域暖房の熱源を拡大して、その普及率を70%にする。第三段階では、供給延べ床面積の拡大に従って、既存地域暖房の熱源を再拡大し、その普及率を76%にすることが最適解としている。また、低温未利用エネルギーを有効利用する効果も推定している。本章での研究成果は急成長する中国の都市熱供給システムの計画・配置に対して、貴重な指針を示したものである。

第7章は「中国深セン市中心区におけるCGSを利用した地域熱供給システムに関する計画研究」として、深セン市中心区の地域特性を考慮し、CGSを利用した地域熱供給システムを提案している。個別方式に比べ、約30%の省エネルギー性および約23%のCO₂排出量削減率などによる環境保全が可能になるとしている。ネットワーク化を行うことにより、さらに高い省エネルギーと環境効果が期待できるとしている。本章での研究成果は深セン市のみならず、一般の都市地域における熱供給システムの計画・配置に当たっても、十分応用可能な研究成果として評価できる。

第8章は「結論と展望」として、各章における結論を総括し、将来の日本と中国の地域冷暖房施設のネットワーク化のあり方に関して展望している。

以上を要するに、本論文は日本と中国の都市熱供給システムを合理的に計画し、設計するため、地域冷暖房施設のネットワーク化を中心に研究したものである。この一連の研究成果により、急速な経済発展を続けている中国のこれからの地域冷暖房の普及並びに都市エネルギーの有効利用を可能にしたことは、今後の都市環境工学の発展に大きく寄与するものであり、博士（工学）の学位授与に値するものと認められる。

2003年03月

審査委員（主査）	早稲田大学理工学部教授	工学博士（早大）	尾島 俊雄
審査委員	早稲田大学理工学部教授	工学博士（早大）	佐藤 滋
審査委員	早稲田大学理工学部教授	工学博士（早大）	長谷見雄二
審査委員	早稲田大学理工学部教授	工学博士（早大）	田辺 新一